

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

*К.В. Марцев, преподаватель*

*Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение*

*Юргинский техникум агротехнологий и сервиса*

*Адрес: 652050, Кемеровская область, г Юрга, ул Шоссейная, д 100*

*E-mail: marsev.konstantin@mail.ru, тел. 8(38451)6-75-33*

**Аннотация:** В статье приведен анализ износов и методов восстановления размеров коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. Предложена технология нанесения покрытия полученных из экономно-легированной порошковой проволоки на основе железа - ПП-ПМ-6 на современной установке «Тенхикорд Топ-Жет/2».

**Abstract:** The article gives an analysis of wear and methods of restoring the dimensions of the crankshaft of an internal combustion engine. The technology of coating deposition obtained from economically alloyed iron-PP-PM-6 flux-cored wire on the modern Tenchikord Top-Zhet / 2 installation is proposed.

Коленчатый вал - одна из основных деталей кривошипно-шатунного механизма, которая вместе с другими деталями определяет ресурс работы двигателя внутреннего сгорания. Срок службы коленчатого вала зависит от условий его работы и износа.

Детали автомобилей подвержены практически всем видам изнашивания. Коленчатый вал работает в условиях контактного скольжения коренных и шатунных шеек с вкладышами подшипников и смазкой. Изнашивание вала определяется рядом характерных факторов:

- знакопеременные контактные нагрузки;
- закономерно изменяющаяся площадь контакта детали по мере ее износа;
- изменение условий смазки детали по мере изменения ее формы;
- нагрузочные, скоростные и тепловые режимы работы детали;
- колебания физико-химических свойств смазочных материалов.

Комплекс этих факторов вызывает, в основном, механическое изнашивание коленчатого вала.

Абразивное (механическое) изнашивание происходит в результате режущего или царапающего действия твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии.

В процессе эксплуатации двигателя в результате неравномерности износа, кратковременных перегрузок, смещения опор блока из-за старения металла и ряда других факторов возникают ситуации, при которых вал работает в условиях перегрузок. При этом в ходе многократного циклического нагружения и деформирования микрообъемов металла поверхностного слоя, в его структуре накапливаются усталостные повреждения, приводящие к усталостному выкрашиванию наиболее напряженных зон детали. Такими зонами в коленчатых валах автомобильных двигателей являются центральные части коренных и шатунных шеек в области маслоподводящих отверстий.

Таким образом, коленчатые валы двигателей работают в условиях преимущественно усталостного и абразивного изнашивания поверхностей шеек, к которым предъявляются жесткие требования по соблюдению геометрических размеров. Следовательно, срок службы коленчатого вала зависит от сопротивления усталостному выкрашиванию и износостойкости поверхности коренных и шатунных шеек.

Изношенные коленчатые валы перешлифовывают на ремонтные размеры до шести раз. Начиная с третьего ремонтного размера износ коренных шеек значительно увеличивается по сравнению с новыми, из-за уменьшения поверхностной твердости, поэтому их необходимо закалять повторно уже со второго ремонтного размера. Однако здесь появляются сложности. Поскольку в случае индукционной закалки возникают деформации, трудноустраняемые при ремонте, этот способ не применяют. Лазерное термоупрочнение обеспечивает повышение износостойкости шеек коленчатого вала примерно в два раза по сравнению с неупрочненными при отсутствии деформации. Однако из-за высокой стоимости и сложности лазерного оборудования этот процесс также не нашел применения на ремонтных предприятиях. Поэтому применение технологий восстановления изношенных шеек коленчатых двигателей является перспективной и актуальной задачей. Кроме того, восстановление изношенных деталей в системе ремонта машин является природоохранным и ресурсосберегающим производством. На изготовление, например, одного коленчатого вала автомобильного двигателя с рабочим объемом 4,8 л. расходуют 57 кг металла, 183 МДж энергии, масса отходов при этом равна 2,5 кг. При восстановлении эти величины имеют значения примерно в 20 раз меньше: соответственно 2,6 кг, 9,5 МДж и 0,12 кг.

Среди разнообразия технологических процессов восстановления изношенных деталей примерно 85% объема восстановленных шеек коленчатых валов всех двигателей выполняют путем применения

сварочно-наплавочных процессов. Общим недостатком различных способов наплавки является значительное термическое воздействие дуги на деталь, сопровождаемое ее расплавлением, возникновением остаточных напряжений, деформацией, трещин и, как следствие, снижением сопротивления усталости на 50÷70 %, а также износостойкости по сравнению с новыми деталями. Для наплавленного металла характерен значительный разброс показателей механических свойств. Указанные недостатки стимулировали развитие газотермических способов напыления для восстановления коленчатых валов.

Идея создания пористых структур в деталях узлов трения впервые запатентована во Франции в 1870 г., однако, развитие получила лишь с появлением и разработкой способов формирования управляемой пористой структуры. Наличие пор в покрытии не только повышает износостойкость, но и увеличивает промежуток времени до схватывания металлов шеек коленчатого вала и вкладышей после прекращения подачи масла. Пористое покрытие на шейке коленчатого вала должно выдерживать повышенные нагрузки при условии сохранения его структуры и эксплуатационных характеристик.

Малые объемы разогретых или даже расплавленных частиц ( $d_v = 30-150$  мкм); высокая степень деформации (растекания) при ударе; микронные значения толщины и исключительно высокий градиент температуры ( $\sim 10^6$  К/с) при теплообмене определяют глубокое переохлаждение расплавленной частицы, что, как известно, приводит к появлению огромного количества центров кристаллизации в объеме расплава и одновременному затвердеванию всей массы. Все это приводит к искажению кристаллической решетки, появлению в ней огромного количества дефектов. Наличие большого числа дефектов кристаллической решетки затрудняет движение дислокаций, закрепляет их.

В настоящее время установки высокоскоростного газопламенного напыления достаточно широко представлены на рынке, однако, большинство из них предусматривают использование в качестве материала для нанесения покрытия только порошки (большая часть всех износостойких покрытий, наносимых методом высокоскоростного напыления, приходится на твердые сплавы на основе карбида вольфрама). Применение дорогостоящих порошков значительно увеличивает и без того немалую себестоимость нанесения покрытия. В условиях финансово-экономического кризиса предприятия вынуждены снижать свои затраты, в том числе и на проведение ремонтно-восстановительных работ. Применение наплавочных порошковых проволок на основе низколегированных железных сплавов, позволяет существенно снизить себестоимость нанесения покрытия, без большой потери в износостойкости (на сегодняшний день стоимость порошковых материалов на основе карбида вольфрама на порядок превышает стоимость большинства порошковых проволок).

Так, на современной установке «Тенхикорд Топ-Жет/2» нам удастся получать износостойкие покрытия напылением порошковых проволок. На Рис.1 показан процесс нанесения восстановления геометрии шатунной шейки коленчатого вала.



*Рис. 1. Восстановление геометрии шатунной шейки.*

При разработке технологии нанесения покрытия были проведены комплексные исследования покрытий, полученных из экономно-легированной порошковой проволоки на основе железа - ПП-ПМ-6.

При исследовании микроструктуры покрытия (рис. 2.), сферических частиц не обнаружено. Все частицы подверглись значительной пластической деформации, поэтому на границах между частицами практически отсутствуют поры, частицы плотно прилегают друг к другу. Это обуславливает высокую когезионную и адгезионную прочности покрытия.

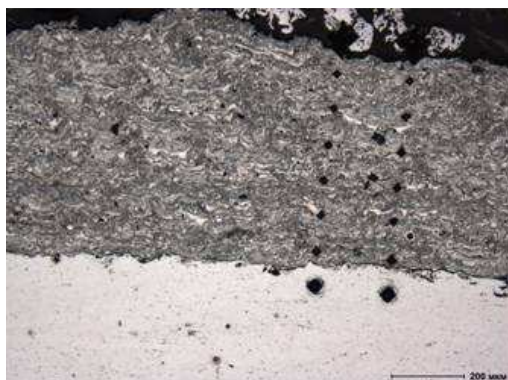


Рис. 2. Микроструктура покрытия из ПП-ПМ-6

Исследованиями фазового состава выявлено наличие в покрытии шпинелей типа  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  и карбидов типа  $\text{Fe}_2\text{C}$ ,  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ , которые во многом и определяют высокую износостойкость покрытия. Высокая скорость кристаллизации стальных частиц в процессе формирования напыленного слоя и замедленная скорость его остывания в интервале мартенситного и бейнитного превращений при охлаждении покрытия обеспечивают стабилизацию аустенита. Большая его часть переходит в мартенсит еще в процессе напыления в виду высоких степеней деформации при нанесении последующих слоев.

Исследование износостойкости проводилось на установке для испытаний на изнашивание образцов с покрытиями при трении о не жестко закрепленные частицы абразива. Исследование показало, что покрытие из ПП-ПМ-6, полученное при оптимальных режимах напыления имеет высокую износостойкость. Испытания на износостойкость в условиях абразивного изнашивания при трении по закрепленному абразиву также показали высокую износостойкость покрытий из ПП-ПМ-6. В относительных величинах износостойкость покрытия примерно вдвое превосходит износостойкость стального образца эталона. Средняя микротвердость образцов после изнашивания достигает 11 ГПа, в то время как аналогичное значение для образцов без покрытий - 6 ГПа.

Технология высокоскоростного газопламенного (HVOF) напыления отличается стабильностью процесса и обеспечивает получение покрытий с заданными характеристиками (например, твердость наносимого покрытия находится в пределах 48÷52 HRC). Это позволяет эффективно применять покрытия, полученные данным методом, для реновации и упрочнения деталей машин.

Так, нам удается восстанавливать коленчатые валы различной техники с дизельными двигателями путем нанесения покрытий из низколегированных сталей напылением порошковой проволокой.

В настоящее время успешно эксплуатируются уже более сотни восстановленных таким образом коленчатых валов различных размеров: от «Жигулей» до современных грузовых автомобилей импортного производства.

Литература.

1. <http://www.mgm-group.ru/ru/vosstanovlenie-kolenchatyx-valov-dvigatelyi>

## АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

*А.Ф. Саванюк, преподаватель*

*Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение*

*Юргинский техникум агротехнологий и сервиса*

*Адрес: 652050, Кемеровская область, г Юрга, ул Шоссейная, д 100*

*E-mail: fedorovich@index.ru, тел. 8(38451)6-75-33*

Аннотация: В статье приводятся принципы, поводы, условия и особенности создания машинно-технологических станций в различных регионах России. Приводятся результаты деятельности машинно-технологических станций организованных в некоторых регионах Российской Федерации.

Abstract: In the article principles, occasions, conditions and peculiarities of creation of machine-technological stations in various regions of Russia are given. The results of the activity of machine-technological stations organized in some regions of the Russian Federation are given.

Реализация идеи создания машинно-технологических станций (МТС) длится долгое время.